

THE USE OF PHYSIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL PARAMETERS FOR EVALUATION OF DROUGHT STRESS RESPONSE OF WINTER WHEAT DURING PLANT WILTING

Ryšková T., Truhlářová E., Klimešová J., Smutná P.

Department of Crop Science, Breeding and Plant Medicine, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xsiplako@node.mendelu.cz

ABSTRACT

Some physiological and morphological parameters were evaluated in four winter wheat varieties during gradual drying. These parameters can influence the level of sensitivity of plants to drought.

Intact plants at the stage of the fourth true leaf were exposed to gradual drying and their stress response was evaluated using the measures Relative Water Content and Osmotic Pressure. The size and structure of the root system was simultaneously evaluated as the Specific Root Length parameter.

The variety Meritto showed notable differences in all examined parameters. Its plants exhibited delayed onset of wilting, probably due to bigger Specific Root Length and high vigour of plant.

Key words: drought tolerance, RWC, osmotic pressure, roots, wheat

Acknowledgments: This study was supported by the Internal Grant Agency of Faculty of Agronomy at Mendel University in Brno, project TP 10/2012.

ÚVOD

Tolerance vůči suchu je polygenně založený komplex znaků, který zahrnuje celou řadu morfofyziologických a biochemických adaptací zaměřených nejen na přežití rostlin v podmínkách vodního deficitu, ale v případě hospodářských plodin i na získání co nejmenšího poškození výnosu v podmínkách sucha. Vzhledem k výrazným klimatickým změnám, které s sebou přinášejí vyšší teploty, nižší srážky a jejich nevyrovnané rozložení během vegetačního období, ukazuje se jako stále aktuálnější výběr tolerantnějších genotypů (např. Bláha, 2011). Tyto genotypy se mohou vyznačovat rozdíly v celé řadě fyziologických reakcí, například změnami osmotického přizpůsobení rostlin, změnami hladin obranných proteinů a jiných metabolitů, antioxidační kapacitou rostlin atd. Pro naše klimatické podmínky však má smysl vybírat jen takové znaky, které u tolerantnějších odrůd nevedou ke snížení výnosů a kvality. Jsou to takové znaky, které při nástupu sucha jen částečně uzavírají průduchy, nemění intenzitu fotosyntézy, zvyšují mírně obsah ABA a současně zvětšují kořenový systém. (Bláha, 2011). Příjem a výdej vody z buňky je ovlivněn osmotickým a tlakovým potenciálem rostliny. Lepší schopnost rostliny regulovat osmotický gradient napomáhá během sucha udržet základní růstové funkce, což se projeví na vyšší produkci suché hmoty i výnosu (Morgan, 1995). V případě nedostatku vody je rostlina schopna regulovat osmotický tlak (OA) akumulací určitých látek, což se projeví na udržení turgoru a vyššího relativního obsahu vody v listech. Izanloo et al. (2008) zjistili, že úroveň OA byla hlavní fyziologickou charakteristikou vztahující se k toleranci k opakovanému stresu suchem a související se schopností rychlé regenerace rostliny po zalití. Snadno hodnotitelným symptomem ztráty turgoru je vadnutí listů. Opožděný projev tohoto znaku v podmínkách nedostatku vláhy může souviset se schopností lépe přijímat vodu, nebo s kapacitou OA (Blum, 2011).

Naším cílem bylo porovnat meziodrůdové rozdíly v některých fyziologických znacích, které by bylo možné potenciálně využít jako kritérium při výběru vhodných odrůd pro další šlechtění a současně sledovat reakce odlišných genotypů na stejné stresové podmínky.

MATERIÁL A METODIKA

Pro porovnání stresové reakce na náhlé suchu v růstové vegetativní fázi byly vybrány tři odrůdy pšenice ozimé (Etela, Meritto a Venistar) pěstované v naší republice a jedna syrská linie (S27) pocházející z ICARDA, Sýrie.

Hodnocené pšenice byly vysety do truhlíku s hrubým perlitem (od každé odrůdy 3 truhlíky po 20 rostlinách). Rostliny byly nechány v režimu 12 hodinového dne při teplotách 18°C a 12 hodinové noci při teplotách 10°C až do stádia 3-4 pravých listů. Odrůda Meritto za stejných podmínek narostla o 1 pravý list více než ostatní. Rostliny z truhlíků byly vytaženy a osušeny na filtračním

papíru. Fyziologické hodnocení RWC (Relative water contents) a OP (Osmotic potencial) bylo provedeno v 11 odběrech (v hodinových intervalech). RWC bylo hodnoceno dle Barr and Weatherley, (1962) na druhém nejmladším listu. V nejmladší části usychajících rostlin byl měřen osmotický potenciál pomocí přístroje VAPRO 5600 (Vapor pressure osmometr).

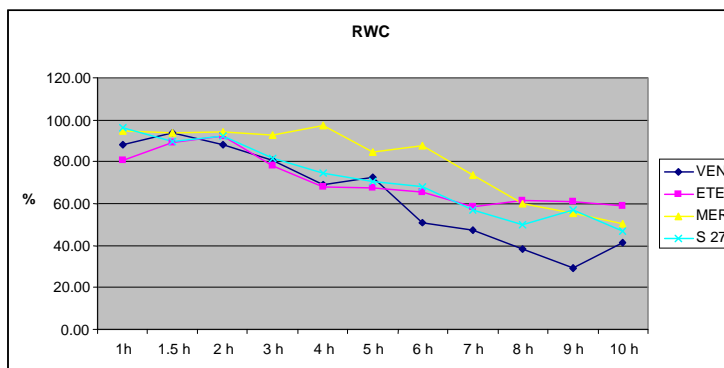
Stanovení velikosti kořenového systému bylo provedeno metodou digitální analýzy obrazu pomocí skeneru Epson perfection 700 photo, následná analýza pak programem WinRHIZO, verze basic (Régent Instruments Inc., Quebec, Kanada). U analyzovaných kořenů byla stanovena sušina a vypočítány hodnoty SRL (Specific Root Length), které představují podíl celkové délky kořenového systému (m)/ sušina (g) (Ostonen et al., 2008)

VÝSLEDKY A DISKUZE

Míra tolerance rostlin vůči suchu bývá hodnocena na základě fyziologických reakcí na nedostatek vody v rostlinných buňkách. V posledních letech jsou pro hodnocení citlivosti rostlin vůči abiotickému stresu využívány také postupy vycházející z hodnocení exprese ochranných genů ze skupiny Cor/Lea (např. Suprunova et al., 2004). Ukazuje se, že čím jsou genotypy odolnější, tím je během stresu vyšší exprese těchto genů a je zaznamenáván dřívější nástup této reakce. Bylo však také pozorováno (Mikulková et al., 2009), že aktivace některých dehydrinových genů u tolerantnějších genotypů byla zaznamenána později, pravděpodobně v souvislosti s odlišným fyziologickým stavem rostlin, za stejných aktivačních podmínek, ovlivněným pravděpodobně odlišnou mírou nebo způsobem adaptace na suchu. Proto jsme se v prezentované práci zaměřili na hodnocení vybraných fyziologických a morfologických parametrů rostlin odrůd pšenice ozimé vykazujících nejen odlišnou toleranci vůči suchu, ale i pravděpodobně různé způsoby adaptace dané původem jednotlivých odrůd/linií.

V průběhu usychání celých rostlin byla v první řadě sledována bilance vody v rostlinách, kterou dobře vyjadřuje parametr RWC (obr. 1).

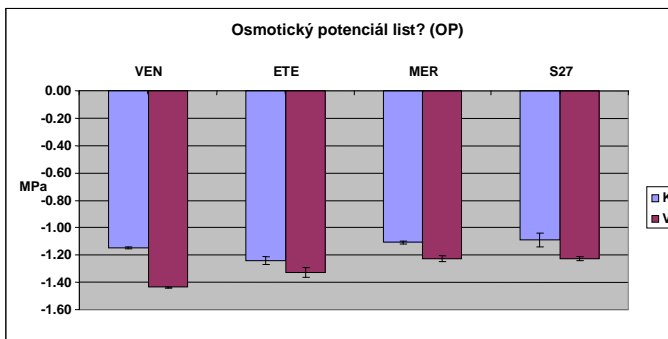
Obr. 1 Hodnocení RWC ve vadnoucích listech usychajících rostlin (hodnocení bylo provedeno na 2. nejmladším listu v hodinových intervalech po vytažení a osušení celých rostlin ze substrátu; VEN – Venistar, ETE – Etela, MER – Meritto, S27 – syrská linie 27)



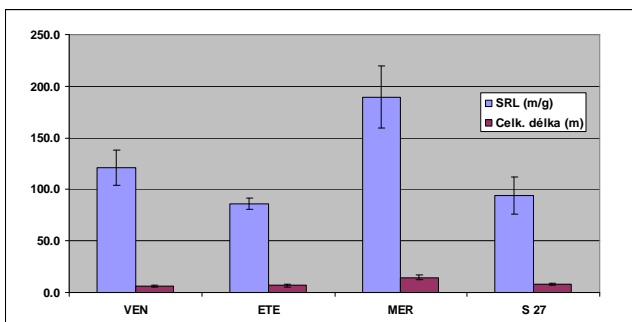
Z grafu (obr. 1) je zřejmé, že za daných podmínek se nejvíce odlišovala odrůda Meritto, u které byl nástup vadnutí vyjádřený poklesem RWC zaznamenán až o 2 hodiny později než u zbývajících odrůd/linií, i když na počátku vykazovaly rostliny všech testovaných odrůd podobný obsah vody v pletivech (80 – 96%). Odrůda Meritto patří v našich klimatických podmínkách k tzv. stabilním odrůdám, pro které je typický stabilní výnos v různých prostředích (Smutná a Ryšková, 2012). Nižší pokles RWC díky suchem indukovaného stresu, je spojován se schopností tolerantnějších genotypů lépe absorbovat vodu z půdy a lepší schopnosti zabránit ztrátám vody přes průduchy (např. Keyvan, 2010). Vzhledem k tomu, že hodnocené rostliny usychaly volně na filtračních papírech (nebyly v kontaktu s půdou) je pravděpodobnější, že pozorovaný rozdíl souvisel spíše s větším počtem listů u této odrůdy. Je známo, že v průběhu vadnutí dochází k transportu vody ze starších spodních listů do mladších a proto rostliny s větším počtem listů byly v takto uspořádaném pokuse zvýhodněny.

Snížení osmotického potenciálu (OP) vlivem sucha je mechanismus, kterým se mohou rostliny přizpůsobit nízké dostupnosti půdní vody (Morgan, 1984). Jak ukazují hodnoty OP v době vadnutí (obr. 2), tato schopnost se více projevila u odrůd (Venistar) s vyšší mírou adaptace na suché podmínky a syrské linie S27. Vyšší odolnost vůči suchu vyjádřenou vyšším výnosem na suché lokalitě byla u odrůdy Venistar prokázána ve víceletých polních pokusech (Smutná a Ryšková, 2012).

Obr. 2 Hodnocení OP ve vadnoucích listech usychajících rostlin (hodnocení bylo provedeno u nejmladších listů nestresovaných kontrol – K a při nástupu vadnutí - V; VEN – Venistar, ETE – Etela, MER – Meritto, S27 – syrská linie 27)



Obr. 3 Hodnocení SRL a celkové délky testovaných odrůd (hodnoty představují průměr měření kořenů 5 rostlin \pm SD; VEN – Venistar, ETE – Etela, MER – Meritto, S27 – syrská linie 27)



Reakce rostlin na stres suchem mohou být ovlivněny velikostí a architekturou kořenového systému. Obr. 3 znázorňuje rozdíly ve velikosti a struktuře kořenových systémů testovaných odrůd/linií pomocí hodnot celkové délky skenovaných kořenů jedné rostliny a parametru SRL. Tento parametr je pravděpodobně nejčastěji hodnocený morfologický znak vyjadřující stavbu (jemnost) kořenů. Bývá závislý na kvalitě půdy, ale bývají pozorovány i genotypové závislosti, případně vliv interakce genotypu a prostředí (Ostonen et al., 2008; Hajzler et al., 2012). Z výsledků na obr. 3 je zřejmé, že největší kořenový systém s nejménějším kořenovým vlášením měla odrůda Meritto. Kořenové vlášení zvětšuje zevní povrch kořene, což vede ke zvýšenému vstřebávání vody a živin rostlinou. Tato vlastnost by mohla u odrůdy Meritto přispívat k pozorovanému většímu nárůstu biomasy v daných podmínkách.

ZÁVĚR

Z hlediska hodnocených fyziologických a morfologických znaků se jako nejvíce tolerantní genotyp jevila odrůda Meritto. U rostlin této odrůdy byl v dané fázi vegetativního vývoje zaznamenán nejpomalejší nástup stresové reakce podmíněný nejpomalejší ztrátou vody z listových pletiv. Rostliny tolerantnější odrůdy Venistar a syrské linie S27 ztrácely vodu z listových pletiv rychleji (nástup vadnutí o 2 hod dříve) a po 10 hodinách usychání vykazovaly větší poškození než rostliny odrůdy Meritto. Zvýhodnění rostlin této odrůdy, za daných experimentálních podmínek, souviselo pravděpodobně spíše s větší velikostí a strukturou kořenového systému než s mírou tolerance vůči suchu. Míra intenzity stresových reakcí u morfologicky odlišných rostlin by se měla pravděpodobně hodnotit ve vztahu k počátku vadnutí.

LITERATURA

Barr HD, Weatherley PE (1962): A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust J Biol Sci* 15:413-428.

Bláha L (2011): Znaky adaptability k podmínkám stresu u zemědělských plodin. *Úroda* 59 věd.př.10:726-734.

Blum A (2011): *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer New York, Dordrecht – Heidelberg - London pp. 255, eISBN 978-1-4419-7491-4

Hajzler M, Klimešová J, Středa T (2012): Biomass production of white mustard (*Sinapis alba* L.) varieties in relation to the root system size In *Tagungsband der 62. Vereinigung der Pflanzzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs*. 1. vyd. Raumberg-Gumpenstein: LFZ Raumberg-Gumpenstein, 2011, s. 105-108. ISBN 978-3-902559-74-6

Izanloo A, Condon AG, Langridge P, Tester M, Schnurbusch T (2008): Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two South Australian bread wheat cultivars. *J Exp Bot* 59 (12):3327-3346.

Keyvan S (2010): The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *J Anim Plant Sci* 8 (3): 1051- 1060.

Mikulková P, Holková L, Hronková M, Klemš M, Bradáčová M (2009): Efficiency of differential laboratory methods for selection of drought tolerance barley genotypes. *Cereal Res Commun* 37, Suppl.:277-280.

Morgan JM (1984): Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu Rev Plant Physiol* 35:299-319.

Morgan JM (1995): Growth and yield of wheat lines with differing osmoregulative capacity at high soil water deficit in seasons of varying evaporative demand. *Field Crop Res* 40 (3): 143-152.

Ostonen I, Puttsepp U, Biel C, Alberton O, Bakker MR, Lohmus K, Majdi H, Metcalfe D, Olsthoorn AFM, Pronk A, Vanguelova E, Weih M, Brunner I (2007): Specific root length as an indicator of environmental change. *Plant Biosystems* 141(3):426-442.

Smutná P, Ryšková T, (2012): Evaluation of stress susceptibility in winter wheat varieties using drought tolerance indices. Növénytermelés 61, Supplement: 41-44

Suprunova T, Krugman T, Fahima T, Chen G, Shams I, Korol A, Nevo E (2004): Differential expression of dehydrin genes in wild barley (*Hordeum spontaneum*), associated with resistance to water deficit. Plant Cell Environ 27:1297-1308.